

10.

Deutsche Demokratische Republik
Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften
zu Berlin
INSTITUT FÜR LANDTECHNIK POTSDAM-BORNIM

HEFT Nr. 19

Dipl.-Ing. G. Otto
Ein Beitrag zur weiteren Mechanisierung
des Obstbaumschnittes

Bornim, im April 1964

Als Manuskript vervielfältigt
Nachdruck und Vervielfältigung nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Instituts

Deutsche Demokratische Republik
Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften
zu Berlin
INSTITUT FÜR LANDTECHNIK POTSDAM-BORNIM

HEFT Nr. 19

Dipl.-Ing. G. Otto
Ein Beitrag zur weiteren Mechanisierung
des Obstbaumschnittes

Bornim, im April 1964

Als Manuskript vervielfältigt
Nachdruck und Vervielfältigung nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Instituts

I n h a l t

I. Teil

Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen des Obstbaumschnittes

	<u>Seite</u>
Aufgabenstellung und Stand der Technik	3
Durchführung der Arbeit	3
Ergebnisse der Zeitstudien	5

II. Teil

Untersuchungen über den Energiebedarf beim Schneiden von Obstgehölzen

Ziel der Untersuchungen	12
Meßgerät zur Ermittlung der Schnittenergie	13
Durchführung der Versuche	17
Versuchsergebnisse	17
Zusammenfassung	25

I. Teil

Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen des Obstbaumschnittes

Aufgabenstellung und Stand der Technik

Neben der Obsternte ist der Obstbaumschnitt der zeit- und kraftaufwendigste Arbeitsabschnitt im Obstbau. Die hauptsächlich verwendeten Hilfsmittel beim Obstbaumschnitt sind Handscheren und Handsägen, die entweder von ebener Erde oder für die oberen Baumteile von einer Leiter oder Trittbühne aus zum Einsatz kommen. Nicht selten führen die über einen längeren Zeitraum andauernden, starken Beanspruchungen der Muskelkraft zu Sehnenscheidenentzündungen bei den Arbeitskräften. Während die Handhabung der Geräte von ebener Erde aus in relativ bequemer Körperhaltung erfolgen kann, ist dies bei der Durchführung des Schnittes von der Leiter aus nicht der Fall.

Um festzustellen, an welchem Punkt am wirkungsvollsten mit einer weiteren Rationalisierung begonnen werden muß, war zunächst zu untersuchen, in welchem Maße die verschiedenen durchzuführenden Arbeitsgänge am Gesamtarbeitsaufwand beteiligt sind.

Einen wesentlichen Einfluß auf die Beanspruchung der Muskelkraft beim Obstbaumschnitt haben die Anzahl der zu schneidenden Äste und deren Durchmesser an der Schnittstelle in den verschiedenen Höhen des Baumes. Aus diesem Grunde war es notwendig, die Menge des anfallenden Schnittholzes zu ermitteln.

Im sozialistischen und kapitalistischen Ausland wird der Obstbaumschnitt überwiegend mit den oben genannten Hilfsmitteln von Hand durchgeführt. Wie auf Studienreisen nach Ungarn (1) festgestellt wurde, ist in die UVR ein pneumatisch angetriebenes Aggregat mit den Werkzeugen Schere und Säge für den Obstbaumschnitt aus den USA importiert und weiter entwickelt worden. Diese Geräte müssen von Hand an die entsprechenden Schnittstellen geführt werden. Für die höher liegenden Baumkronenteile werden diese Geräte ebenfalls von Leitern, Trittbühnen oder ähnlichen Hilfsmitteln aus eingesetzt.

Durchführung der Arbeit

Zur Ermittlung des Zeitaufwandes der einzelnen Teilarbeitsgänge beim Obstbaumschnitt standen zwei Apfel-Viertelstammanlagen zur Verfügung, die im folgenden mit Quartier A und Quartier B bezeichnet werden.

Quartier A:

Obstart und Baumform: Apfel-Viertelstamm, Typ XI

- Sorten:
1. Nordhausener Renette
 2. Croncels
 3. Klarapfel
 4. Cox'Orangen-Renette
 5. Landsberger Renette
 6. Wilhelm-Apfel
 7. Goldparmäne

Alter der Bäume: gepflanzt im Frühjahr 1954

Standweite: 6 x 6 m

Vorherige Schnittmaßnahmen: Pflanzschnitt, Erziehungsschnitt

Bodenart: 1S

Gelände: Sorten 1-3 eben, Sorten 4-7 schwach hängig

Werkzeuge und Hilfsmittel: Handsäge, 1/2-schneidige Handschere, Bockleiter

Witterung: trocken, klar, -4°C, scharfer Ostwind

Die Schnitтарbeiten wurden alle von einer Fachkraft durchgeführt.

Quartier B:

Obstart und Baumform: Apfel-Viertelstamm, Typ XVI

Sorten: 1. Goldparmäne

2. Landsberger Renette

3. Cox' Orangen-Renette

4. Klarapfel

Alter der Bäume: gepflanzt im Frühjahr 1954

Standweite: 6 x 6 m

Vorherige Schnittmaßnahmen: Pflanzschnitt, Erziehungsschnitt

Bodenart: 1S (etwas leichter als in Quartier A)

Gelände: Sorten 1 und 2 eben, Sorten 3 und 4 schwach hängig

Werkzeuge und Hilfsmittel: Handsäge, 1/2-schneidige Handschere, Bockleiter

Witterung: trocken, klar, sonnig, + 7°C, windstill

Folgende Werte wurden gemessen:

1. Zeitstudie

Im einzelnen wurde der Zeitaufwand für folgende Teilarbeitgänge beim Obstbaumschnitt gemessen:

Zeitaufwand für den Schnitt vom Boden

Beurteilung des Baumes	(I)
Schneiden	(II)
Sägen	(III)
Herausnehmen des Astes	(IV)
Pause	(V)

Zeitaufwand für den Schnitt von der Leiter

Beurteilung des Baumes	(VI)
Schneiden	(VII)
Sägen	(VIII)
Herausnehmen des Astes	(IX)
Leiter umsetzen	(X)
Leiter ersteigen	(XI)
Pause	(XII)

2. Menge des entfernten Holzes

Die Menge des entfernten Holzes wurde in Stück für die Durchmesserbereiche 5 ... 10, 10 ... 15, 15 ... 20, 20, 30 mm ermittelt.

3. Masse des entfernten Holzes

Die Masse des entfernten Holzes wurde für die Arbeitsgänge - Schneiden und Sägen - getrennt ermittelt.

Ergebnisse der Zeitstudien

In den Diagrammen 1 und 2 sind die Ergebnisse der Zeitstudien beim Obstbaumschnitt bei den verschiedenen Apfelsorten dargestellt.

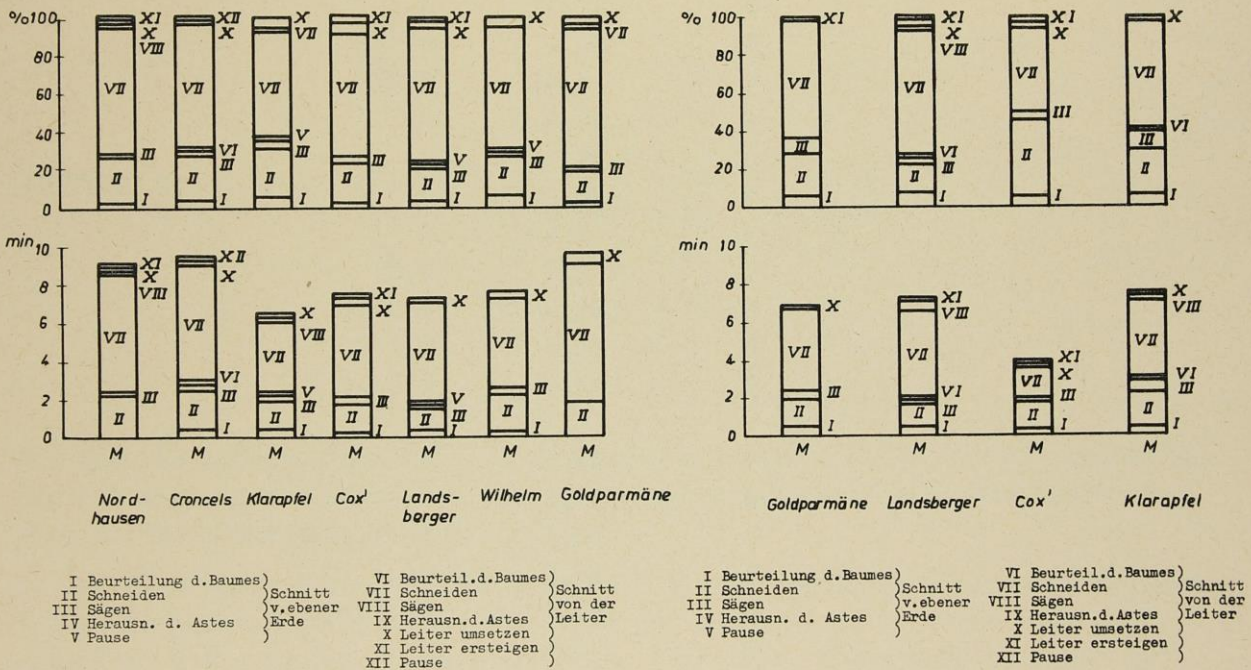


Diagramm 1: Anteil der verschiedenen Teilarbeitsgänge am Gesamtzeitaufwand beim Obstbaumschnitt

Diagramm 2: Anteil der verschiedenen Teilarbeitsgänge am Gesamtzeitaufwand beim Obstbaumschnitt

In den Darstellungen sind die Mittelwerte (M) aufgetragen, die aus fünf Parallelen errechnet wurden. In jedem Diagramm sind die absoluten und die prozentualen Werte des Zeitaufwandes für die einzelnen Teilarbeitsgänge dargestellt.

Wie aus den Diagrammen hervorgeht, hat der Teilarbeitsgang VII (Schneiden von der Leiter) bei allen Sorten den höchsten Anteil am Gesamtarbeitsaufwand. Danach folgt der Teilarbeitsgang II (Schneiden von ebener Erde). Während der Teilarbeitsgang VII mit etwa 60 bis 70 % am Gesamtarbeitsaufwand beteiligt ist, beträgt der Anteil des Teilarbeitsganges II etwa 20 %. Die Anteile der Teilarbeitsgänge III (Sägen von ebener Erde), X (Leiter umsetzen) und XI (Leiter ersteigen) sind bei den einzelnen Sorten mit unterschiedlichen Werten am Gesamtarbeitszeitaufwand beteiligt. Deutlich ist erkennbar, daß der Teilarbeitsgang III (Sägen von ebener Erde) häufiger und mit höheren Werten am Gesamtarbeitsaufwand beteiligt ist, als das bei dem Teilarbeitsgang VIII (Sägen von der Leiter) der Fall ist. Daraus geht hervor, daß bis zu einer Höhe von 2 m über dem Boden vorwiegend Scheren und Sägen und für den "Schnitt" der oberen Baumteile, von einer Leiter aus, in erster Linie nur Scheren eingesetzt werden. Die statistische Auswertung über den Gesamtzeitaufwand bei den verschiedenen Sorten führte zu folgenden Ergebnissen:

Quartier A:

Variante (Sorte)	p %	SW
1 : 2	77,1	0
3	92,0	0
4	1,45	0,25
5	10,9	0
6	34,7	0
7	23,0	0
2 : 3	8,41	0
4	2,7	0,25
5	12,8	0
6	30,3	0
7	44,6	0
3 : 4	6,0	0
5	30,3	0
6	39,6	0
7	30,3	0
4 : 5	56,6	0
6	84,1	0
7	0,1	1
5 : 6	92,0	0
7	1,7	0,25
6 : 7	12,8	0

Quartier B:

1 : 2	77,1	0
3	0,53	0,5
4	56,6	0
2 : 3	0,1	1
4	70,2	0
3 : 4	0,17	0,75

Wie aus dem Ergebnis hervorgeht, besteht für die Differenzen des Gesamtzeitaufwandes beim Schnitt zwischen den einzelnen Sorten praktisch keine statistische Sicherheit.

Untersucht man die Darstellungen über den prozentualen Anteil der einzelnen Teilarbeitgänge am Gesamtzeitaufwand bei dem Arbeitsabschnitt "Obstbaumschnitt", so treten besonders die Teilarbeitgänge Schneiden und Sägen von ebener Erde und Schneiden und Leiter umsetzen für die oberen Kronenteile von einer Leiter aus mit den höchsten und nahezu gleichen Werten bei allen untersuchten Sorten auf.

Die statistische Auswertung über den prozentualen Anteil der einzelnen Arbeitsgänge am Gesamtzeitaufwand führte zu folgendem Ergebnis:

Quartier A:

Variante (Arbeitsgang)	p %	SW
II : III	0,10	1
II : VII	0,10	1
II : X	0,10	1
III : VII	0,10	1
III : X	0,13	0,75
VII : X	0,10	1

Quartier B:

II : III	1,13	0,25
II : VII	0,36	0,50
II : X	0,57	0,50
III : VII	0,10	1
III : X	16,0	0
VII : X	0,10	1

Bis auf die Arbeitsgänge III : X im Quartier B besteht also für die Differenzen des Anteils der einzelnen Teilarbeitgänge am Gesamtarbeitszeitaufwand eine statistische Sicherheit.

In den Diagrammen 3 bis 13 sind das angefallene "Schnittholz" (nach 5 mm Durchmesserbereichen abgestuft) in Stück und der mittlere prozentuale Stückzahlanteil in den einzelnen Bereichen an der Gesamtzahl der entfernten Äste je Sorte und Baum dargestellt. Aus den Darstellungen geht hervor, daß etwa 50 bis 60 % von der Gesamtzahl der entfernten Äste im Durchmesserbereich 5 bis 10 mm liegen. Den höheren Anteil haben die Äste in dem Durchmesserbereich 10 bis 15 mm. Der Anteil der gesägten Äste ist bei den einzelnen Sorten unterschiedlich in der Anzahl und auch in den Durchmesserbereichen.

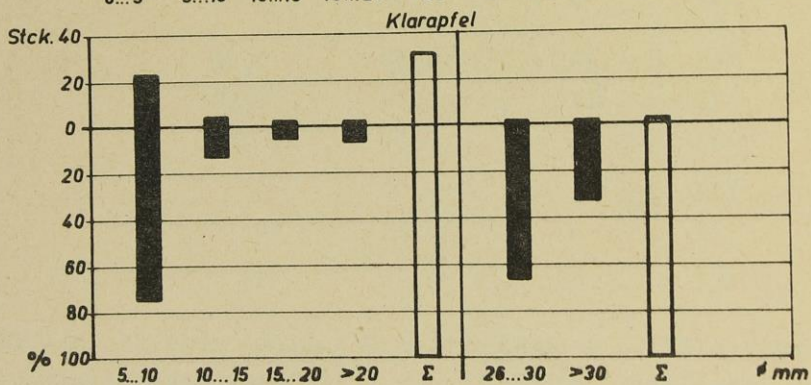
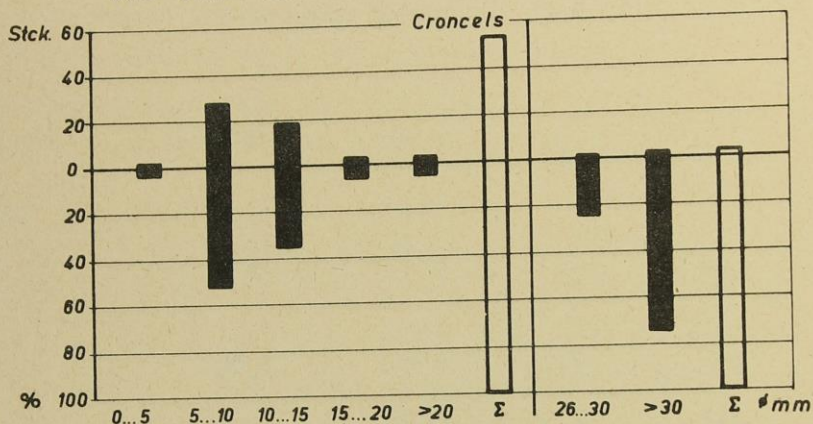
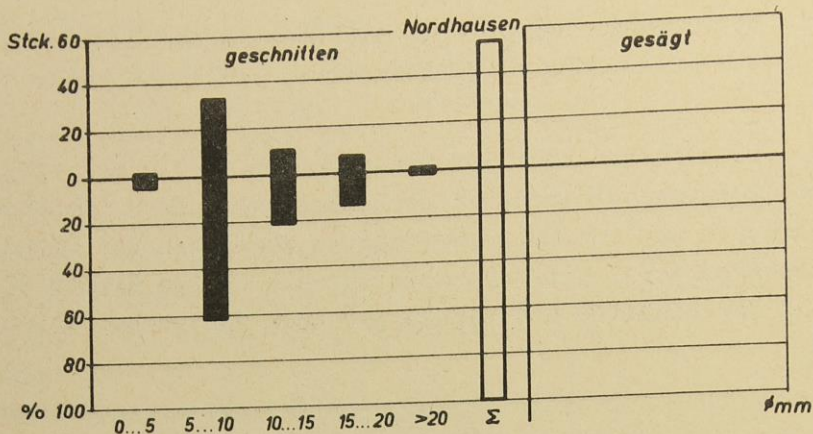


Diagramme 3, 4 u. 5: Menge des entfernten Holzes (Quartier A)

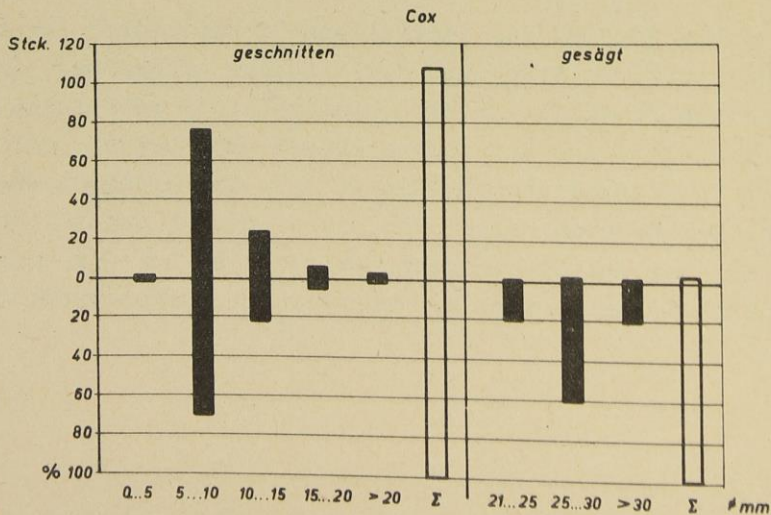


Diagramm 6: Menge des entfernten Holzes (Quartier A)

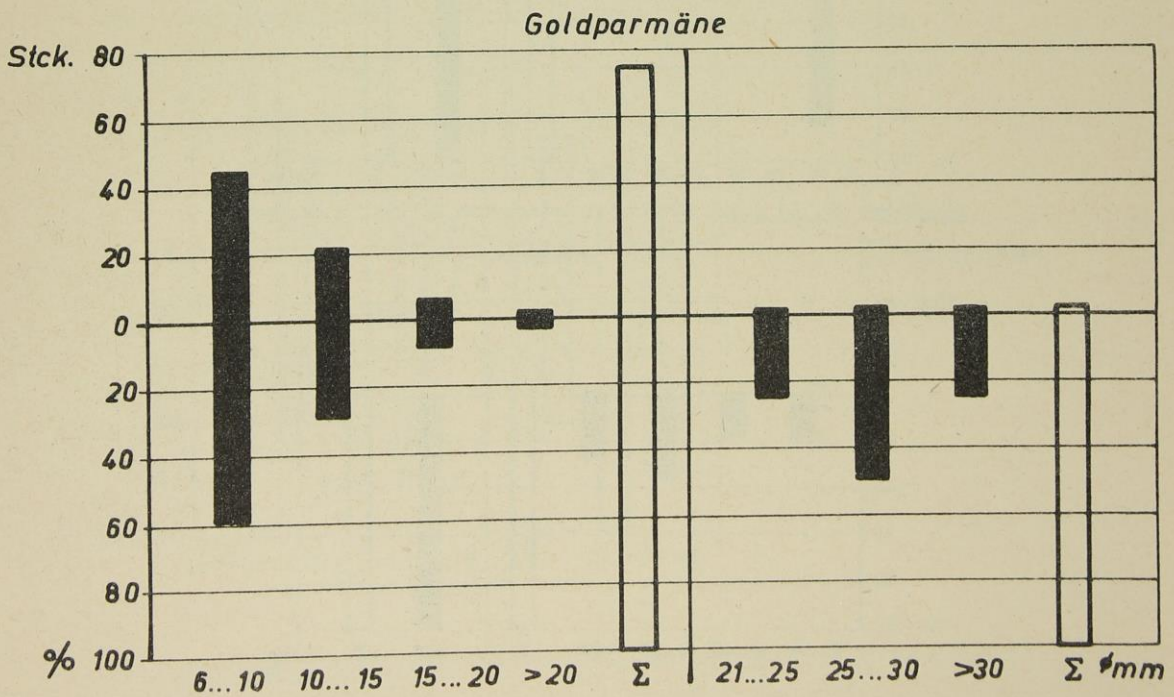
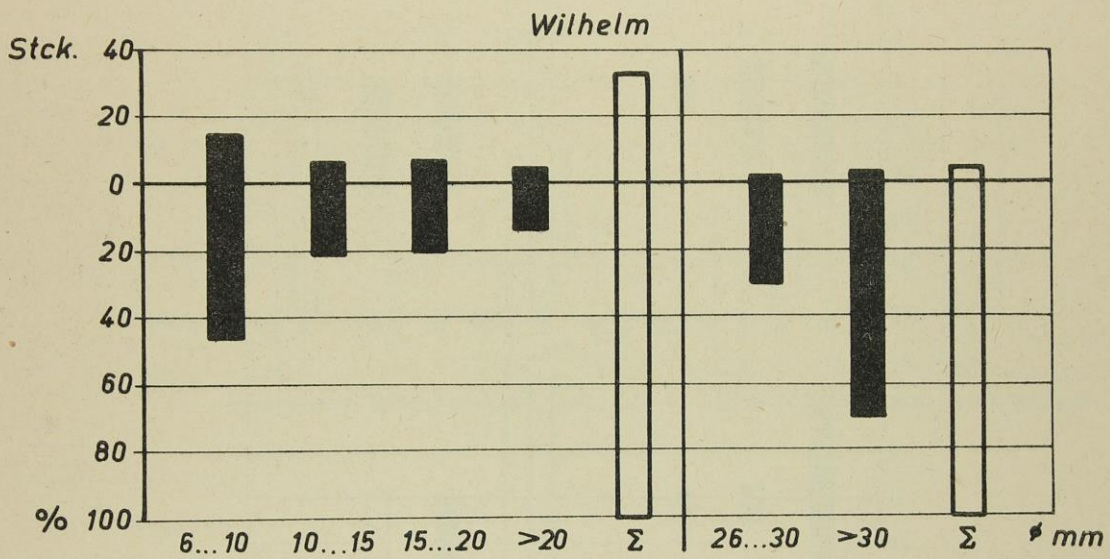
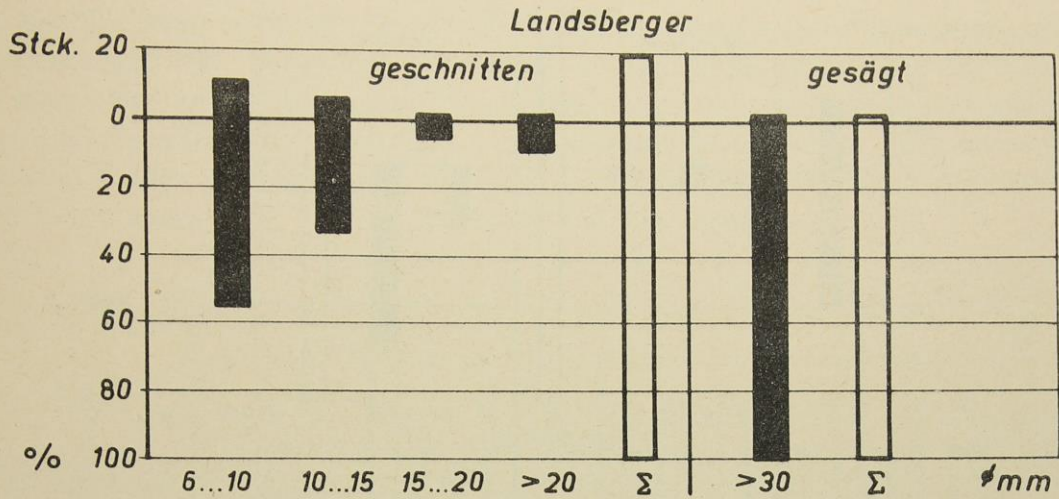


Diagramme 7, 8 u.9: Menge des entfernten Holzes (Quartier A)

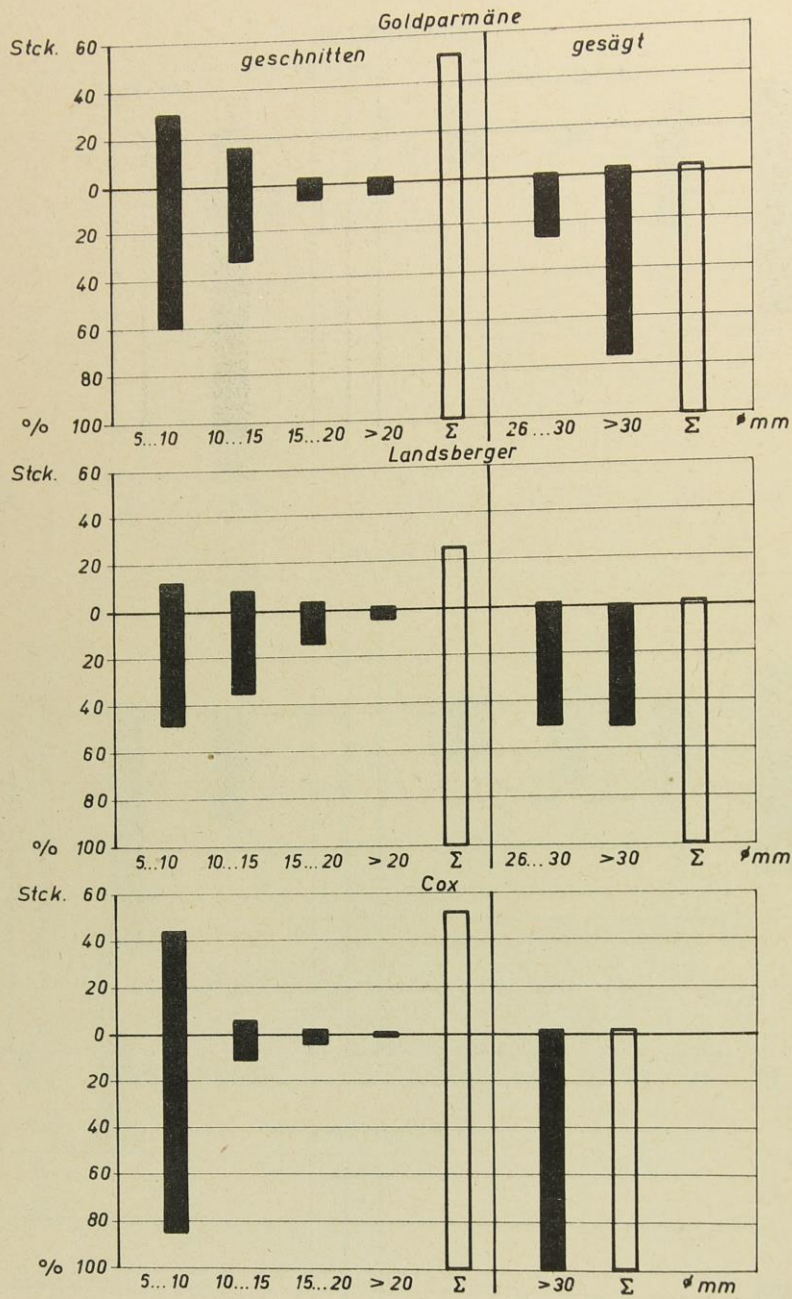


Diagramme 10, 11 u.12: Menge des entfernten Holzes (Quartier B)

Klarapfel

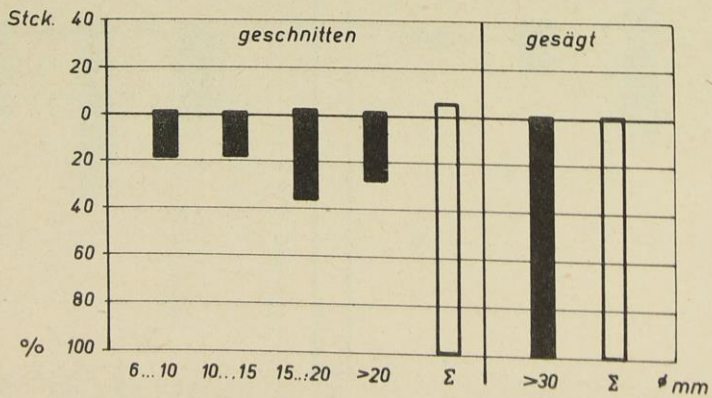


Diagramm 13: Menge des entfernten Holzes (Quartier B)

In den Diagrammen 14 und 15 ist die Masse des entfernten "Schnittholzes" in kg wiedergegeben. Dabei ist unterteilt worden in Masse des geschnittenen und in Masse des gesägten Holzes. Zu erkennen ist, daß der Anteil des geschnittenen und gesägten Holzes bei den verschiedenen Sorten stark unterschiedlich ist. Darüber hinaus bestehen auch Unterschiede zwischen gleichen Sorten in den beiden Quartieren, z.B. bei Landsberger- und Cox'Orangen-Renette.

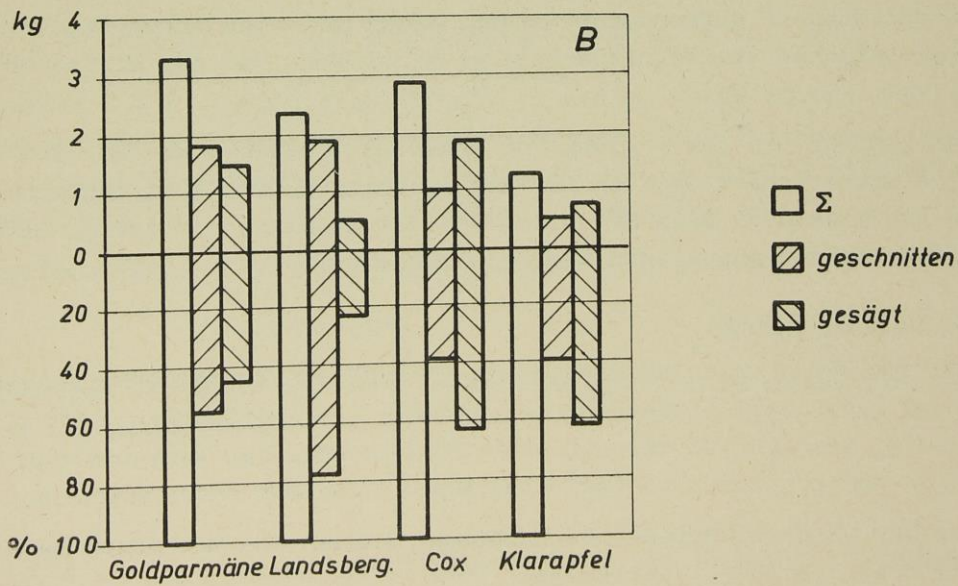
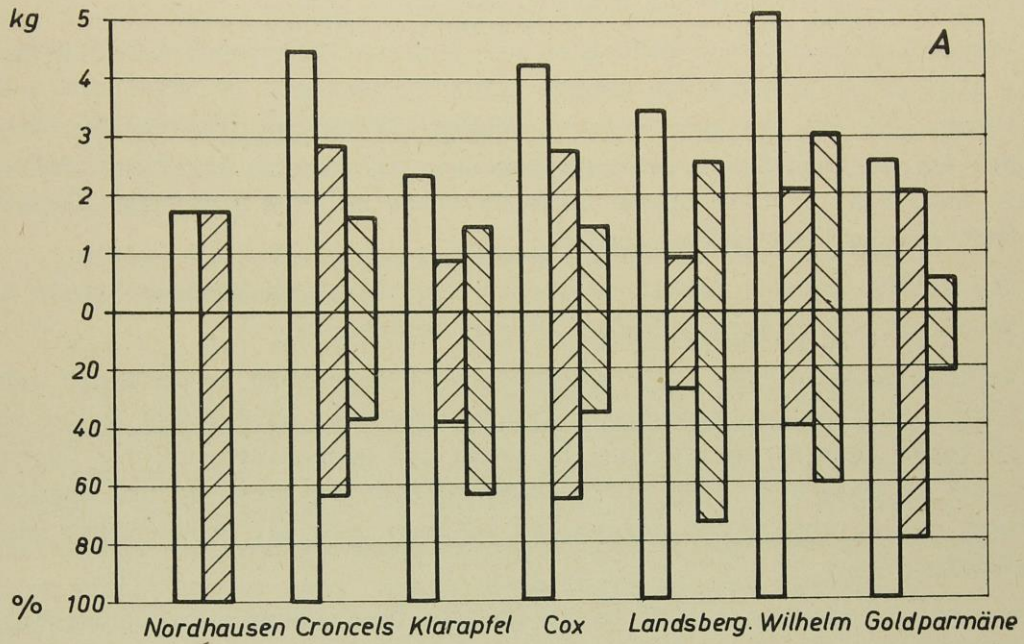


Diagramme 14 u.15: Masse des entfernten Holzes (Quartier A, Quartier B)

II. Teil

Untersuchungen über den Energiebedarf beim Schneiden von Obstgehölzen

Bei der fortschreitenden Rationalisierung und Mechanisierung des Arbeitsabschnittes - Pflege im Obstbau - kommt dem Arbeitsgang - Obstbaumschnitt - eine große Bedeutung zu, weil er nach der Obsternte den zeit- und handarbeitsaufwendigsten Arbeitsgang im Obstbau darstellt. (2)

Die bisher durchgeführten Maßnahmen zur Rationalisierung beinhalteten in erster Linie eine Erleichterung der Arbeit durch verbesserte Trittleitern u.ä. Vorrichtungen, um ein besseres Herankommen an die oberen Kronenteile zu ermöglichen. Auf die genannten Teilarbeitsgänge wirken sich derartige Maßnahmen in soweit aus, als auch die oberen Äste in einer relativ günstigen Körperhaltung von Hand geschnitten werden können.

Für die Ausführung des Schnittes werden hauptsächlich Handscheren in konstruktiv unterschiedlich ausgebildeten Formen verwendet.

Zur Erleichterung dieser schweren Handarbeit erscheint es dringend notwendig, Möglichkeiten für die Anwendung fremdangetriebener Handgeräte zu untersuchen. Als weiterer Schritt zur Rationalisierung und Mechanisierung des Obstbaumschnittes in modernen, nach einer standardisierten Anbautechnik angelegten Plantage sollte untersucht werden, in welchem Maße der Formschnitt maschinell durchführbar ist.

Ein maschinell einzusetzendes Gerät für die Durchführung des Formschnittes ist bisher nicht bekannt. Tastversuche mit dem vom VEB "Fortschritt" Neustadt hergestellten Böschungsmähwerk E 147 ergaben nur unbefriedigende Ergebnisse. Die Unzulänglichkeit äußerte sich vor allem darin, daß die zu schneidenden Äste ungenügend zwischen die Mähfinger gelangen. In welchem Maße die Äste zwischen den Fingern aufgenommen werden, hängt u.a. von ihrem Durchmesser und dem Winkel zwischen der Schnittebene des Mähbalkens und der Mittellinie der Äste ab.

Als Grundlage für die Entwicklung von fremdangetriebenen Handgeräten und maschinell einzusetzenden Geräten für den Obstbaumschnitt sind Untersuchungen über den Energiebedarf beim Schneiden von Obstgehölzen notwendig. Derartige Untersuchungsergebnisse liegen bisher nicht vor.

Ziel der Untersuchungen

Als Grundlage für eine industrielle Entwicklung von fremdangetriebenen Handgeräten und maschinell einzusetzenden Geräten für den Obstbaumschnitt erschien es notwendig, den Einfluß der verschiedenen technischen Faktoren und Einsatzbedingungen auf den Schnittenergiebedarf bei Gehölzen zu untersuchen.

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen wurden die technisch beeinflussbaren Faktoren des Schneidwerkzeuges

Gleitwinkel

Winkel zwischen Schnittebene und Holzfaserrichtung

und die Einsatzbedingungen

Sorte
Astdurchmesser
Feuchtigkeit des Holzes

variiert.

Die über 380 Versuche wurden mit jeweils 3 Parallelen durchgeführt. Für die Durchführung dieser Versuche war es zunächst notwendig, eine geeignete Meßeinrichtung zu schaffen.

Meßgerät zur Ermittlung der Schnittenergie

Für die Auswahl und Ausstattung einer zweckmäßigen Meßeinrichtung waren folgende Faktoren zu beachten:

Welches Meßprinzip ist am geeignetsten für die Messung der Schnittenergie?

Was für ein Trennvorgang liegt beim Obstbaumschnitt vor?

Untersucht man die Prüfmittel der metallverarbeitenden Industrie für die Untersuchung von physikalischen Eigenschaften metallischer Werkstoffe, so kommt man zu dem Ergebnis, daß das physikalische Pendel eine weitverbreitete Anwendung findet. Besonders wird es für die Durchführung von Kerbschlag- und Schlagzugversuchen angewendet. Wegen seines einfachen Aufbaues und seiner Funktionssicherheit lag es nahe, dieses Meßprinzip für die Messung der Schnittenergie bei Obstgehölzen zu verwenden.

Durch folgende physikalische Gesetzmäßigkeiten ist das Pendel zur Messung von Energien bei der Verformung bzw. Zerstörung von Stoffen geeignet:

Ein um die Höhe h angehobener Pendelkörper speichert potentielle Energie.

$$U = G \cdot h = m \cdot g \cdot h \quad (1)$$

Ist das Gewicht $G = m \cdot g$ und die Fallhöhe h eines Pendelkörpers bekannt, dann läßt sich auch sein Arbeitsvermögen errechnen. Beim Fallen des Pendelkörpers aus dieser Höhe wandelt sich diese potentielle Energie nach dem Gesetz der Erhaltung der Energie vollständig in kinetische um.

Die kinetische Energie der Drehbewegung ist durch folgenden Ausdruck definiert:

$$E = \frac{I_0}{2} w^2 \quad (2)$$

Nach dem Energiesatz gilt also für die tiefste Lage des Pendelkörperschwerpunktes die Beziehung:

$$m \cdot g \cdot h = \frac{I_0}{2} w^2 \quad (3)$$

Darin bedeuten I_0 das Massenträgheitsmoment und w die Winkelgeschwindigkeit. Wird dem herabfallenden Pendelkörper ein Widerstand entgegengesetzt, an dem er

eine Arbeit vollbringen muß, so läßt sich die dabei abgegebene Energie nach dem Arbeitseinsatz errechnen:

$$A = E - E_0 \quad (4)$$

Die Differenz zwischen der Energie E am Ende des Arbeitsvorganges mit der Ausgangsenergie E_0 ist gleich der am Widerstand verbrauchten Energie.

Für die Gleichung (4) kann auch

$$A = m \cdot g \cdot h - m \cdot g \cdot h_0 \quad (5)$$

geschrieben werden.

Darin ist h_0 die Ausgangs- und h die Endhöhe des Pendels nach dem Arbeitsvorgang.

In der Industrie gebräuchliche Pendelschlagwerke sind so aufgebaut, daß ihre Ausgangshöhe h_0 mit Hilfe einer Arretierung konstant eingestellt werden kann. Dadurch hat der Pendelkörper in seiner Ausgangslage immer eine konstante potentielle Energie gespeichert. Der herabfallende Pendelkörper ist mit einem Schleppzeiger derart gekoppelt, daß er auf der Endhöhe h des Pendelkörpers stehen bleibt. Auf einer Skala ist an der jeweiligen Zeigerstellung für jede beliebige Endhöhe h die abgegebene Energie abzulesen.

Unter Berücksichtigung des vorgesehenen Verwendungszweckes wurde ein Schlagzugbär mit einem Arbeitsvermögen von 15 kpm für die Versuchsdurchführung gewählt. Beim Umbau mußte besonders die Bedingung erfüllt werden, daß der Pendelkörper im betriebsfertigen Zustand in der Mitte der Schneide das ursprüngliche Gesamtgewicht aufwies.

Im Hinblick auf die bisherige Durchführung des "Obstbaumschnittes" mit der Handschere und auf die zukünftig notwendige Erledigung dieser Arbeit mit fremd-angetriebenen Handgeräten oder maschinell arbeitenden Geräten ist es schwierig, den eigentlichen Schneidvorgang - und daraus resultierend die Wahl der Schneidwerkzeuge für die Versuchseinrichtung - so festzulegen, daß die gewonnenen Ergebnisse repräsentativ für verschiedene Schneidverfahren sind.

STROPPEL (3) definiert das mechanische Schneiden und das Allgemeingültige bei sämtlichen Schneidvorgängen mit den verschieden geformten und geführten Schneidwerkzeugen für alle vorkommenden Schnittgüter wie folgt: "Das Schneiden ist ein mechanischer Trennvorgang an einem festen Körper mittels eines Schneidwerkzeuges, dessen keilförmige Schneide unter Druck (Schnittdruck) den Verband des zu trennenden Körpers infolge hoher spezifischer Normal- und Schnittkräfte längs der Schneidkante auflöst und dabei fortlaufend in einer bestimmten Richtung (Schnitttrichtung) in den Körper eindringt. Es entstehen dabei in der Regel zwei Schnittflächen."

Diese Festlegung grenzt das Schneiden eindeutig gegen andere mechanische Trennvorgänge an festen Körpern, wie das Zerreißen, Brechen, Sieben usw. ab. Andere spezielle Schneidvorgänge, die nach der Art des Schnittgutes, nach der Schneidform oder nach dem Zweck des Schnittes mit Fachausdrücken versehen sind,

schließt diese Festlegung mit ein (z.B. das Sägen, das Scheren, das Häckseln, usw.). Beim Schneiden von Obstgehölzen wird der Schneidvorgang und das Schneidverfahren wesentlich durch die Gestalt und die Anordnung des zu schneidenden Körpers (Äste am Baum) und durch die erforderliche Schnittgüte beeinflusst. Für die störungsfreie Weiterentwicklung des "lebenden" Astes ist eine glatte, unverformte Schnittfläche erforderlich.

Grundsätzlich unterscheidet man bei Schneidvorgängen zwischen Messer- und Scherenschnitt. Beim Messerschnitt verläuft die Trennzone im allgemeinen linienförmig durch das Schnittgut, während beim Scherenschnitt die Trennung durch Überschreiten des Formänderungsvermögens des Schnittgutes in einer Scherfläche erfolgt. Bei der Ausführung des Scherenschnittes mit zwei gegenläufigen Schneiden fällt die Trennzone im wesentlichen mit der beabsichtigten Schnittfläche zusammen. (3)

Bei einer näheren Untersuchung des Messer- und Scherenschnittes kommt man zu dem Ergebnis, daß zwischen beiden für die verschiedenen Schneidvorgänge naturgemäß keine scharfe Grenze gezogen werden kann. Beide Schnittarten gehen ineinander über, und es ist schwierig festzulegen, ob der Messer- oder Scherenschnitt vorherrscht. Ähnlich ist es auch beim Einsatz einer Baumschere. Allein nach der Bezeichnung des Gerätes müßte in jedem Fall ein Scherenschnitt vorliegen. Eine Baumschere kann aber in der Form eingesetzt werden, daß eine der beiden Schneiden (bei Scheren mit zwei Schneiden) unter Zugspannung stehende Holzfasern schneidet. In diesem Fall liegt ein Messerschnitt vor, bei dem die eine Schneide als aktive und die andere als passive Schneide wirkt. Um mit möglichst geringem Kraftaufwand zu schneiden, werden von geübten Arbeitskräften aus diesem Grunde speziell stärkere Äste während des Schneidens heruntergebogen. Bei der Durchführung des Schnittes von Gehölzen in einer anderen Form handelt es sich meistens um einen Scherenschnitt mit zwei Schneiden.

Unter Berücksichtigung der angeführten Überlegungen wurde das Schneidwerkzeug für die durchzuführenden Untersuchungen so ausgelegt, daß es einen Messerschnitt mit einer aktiven und einer passiven Schneide ausführt.

In Abb. 1 (s. Seite 31) sind die für die Messung des Schnittenergiebedarfes verwendeten Schneidwerkzeuge mit gerader Schneide und unterschiedlichen Gleitkoeffizienten dargestellt.

Der Gleitkoeffizient ist definiert als Verhältnis der Tangential- zur Normalkomponente der Schnittgeschwindigkeit

$$\frac{t}{n} = \tan \tau \quad (6)$$

Der Winkel τ ist demzufolge der Gleitwinkel. Die in Abb. 1 dargestellten Messer mit gerader Schneide weisen folgende Gleitwinkel (τ) auf (v.l.n.r.): 0° , 20° , 40° , 50° . Jedes Messer mit einem Wert für $\tau > 0^\circ$ führt einen "ziehenden Schnitt" aus, d.h. der Vektor der Schnittgeschwindigkeit läßt sich in eine Tangential- und eine Normalkomponente zerlegen.

Die Größe des Gleitwinkels (ζ) der Messer wurde so variiert, daß der Wert des Quotienten

$$\frac{10^t}{10^n} = \tan \zeta$$

im Bereich von $0 \leq \tan \zeta \leq 1,92$ lag.

Außerdem haben der

Keilwinkel (β) und der
Freiwinkel (α)

einen Einfluß auf den Energiebedarf, wobei

$$\alpha + \beta = \gamma$$

den Schnittwinkel ergeben.

Der Keilwinkel (β) beträgt bei allen Messern mit unterschiedlichem Gleitwinkel (ζ) 30° und der Freiwinkel (α) 4° .

Für die Festlegung der Größe des Keilwinkels (β) der Schneide war zu berücksichtigen, daß durch einen kleinen Keilwinkel auch die plastischen Verformungen und daraus resultierend die Verformungs- und Reibungskräfte während des Schnittes verringert werden können. Mit Rücksicht auf die Festigkeit der Schneide, die den Schnittdruck aufnehmen muß, ist entsprechend dem Schnittgut ein angemessener Keilwinkel notwendig. Um die hemmende Wirkung der einen Keilfläche der Schneide auszuschalten, wurde der Freiwinkel (α) vorgesehen. Mit dem Schnittgut hat in der gewählten Form des Schneidwerkzeuges nur die Spanfläche Berührung.

Um den Einfluß einer unterschiedlichen Holzfaserneigung zur Schnittebene auf den Energiebedarf zu ermitteln, wurden die in Abb. 2 (s. Seite 31) dargestellten Schneidköpfe angefertigt. Bei Verwendung des einen Schneidkopfes bilden die Holzfasern zur Schnittebene einen Winkel von 45° und bei Verwendung des anderen einen Winkel von 90° . Die Schneidköpfe dienen gleichzeitig als Schnittguthalter und passive Gegenschneide.

Die Schnittqualität wird u.a. auch durch den Schärfeegrad einer Schneide bestimmt. Sehr schwierig ist es aber, einen Bewertungsmaßstab für die Beurteilung des Schärfegrades der Schneiden zu finden, bzw. den Schärfeegrad in einer meßbaren Größe auszudrücken. Aus diesem Grund wurden die Messer vor der Versuchsdurchführung auf einem ebenen Ölstein abgezogen und somit annähernd auf eine einheitliche Schärfe gebracht. Der betriebsfertige Pendelkörper mit Ausgleichgewichten und eingesetztem Messer ist in Abb. 3 (s. Seite 32) dargestellt. Die Abb. 4 (s. Seite 32) zeigt das Pendelschlagwerk für die Messung von Schnittenergien bei Gehölzen. Das Gewicht des Pendelkörpers wurde so austariert, daß die im Schlagwerk angebrachte Skala-einteilung für die Messung der Schnittenergie verwendet werden konnte.

Durchführung der Versuche

Für die Untersuchungen standen sieben Apfelgehölze zur Verfügung. Für jedes Gehölz wurde das angefallene Schnittholz nach den Durchmessergruppen 1 ... 5 mm, 5 ... 10 mm, 10 ... 15 mm, 15 ... 20 mm und 20 ... 25 mm sortiert. Die Untersuchungen zur Ermittlung der Schnitternergie wurden nach folgender Systematik durchgeführt:

z.B. Sorte: Goldparmäne

I Schneidkopf, zwischen Schnittebene und Holzfaserrichtung 90°
Durchmessergruppen

a	b	c	d	e
1...5,	5...10,	10...15,	15...20,	20...25 mm

Messer (°)

1	0
2	20
3	40
4	50

Vor jedem Versuch wurde aus jeder Durchmessergruppe die Stärke des Gehölzes an der Schnittstelle in zwei Ebenen gemessen, um einen möglichst genauen Inhalt der senkrechten Schnittfläche errechnen zu können. Während der Messung wurde für jede Durchmessergruppe der Feuchtigkeitsgehalt ermittelt. Die gleiche Versuchsreihe wurde dann zu einem späteren Zeitpunkt mit den gleichen Gehölzen wiederholt, um den Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes auf den Schnittenergiebedarf mit zu erfassen.

Um den Verlauf des Feuchtigkeitsgehaltes in Obstgehölzen über den für den Obstbaumschnitt in Frage kommenden Zeitraum - etwa Januar bis März - zu ermitteln, wurden in Abständen von ca. 10 Tagen entsprechende Proben aus der Versuchsanlage des Institutes entnommen und untersucht. Diese Untersuchungen hatten zum Ziel, einen evtl. vorhandenen optimalen Zeitpunkt für den Obstbaumschnitt zu ermitteln. Die gewonnenen Ergebnisse waren aber so unterschiedlich, daß keine systematische Zunahme bzw. Abnahme der Feuchtigkeit des Holzes festzustellen war.

Versuchsergebnisse

Der Schnittenergiebedarf wurde bei den Apfel-Gehölzen

Nordhausener Renette
Croncels
Klarapfel
Cox'Orangen-Renette
Landsberger Renette
Wilhelmsapfel
Goldparmäne

untersucht.

Wegen des zu umfangreichen Materials sind in diesem Beitrag nur ein Teil der vorhandenen Untersuchungsergebnisse dargestellt.

In den Diagrammen wird der absolute Schnittenergiebedarf (A) und der spezifische Schnittenergiebedarf als Funktion des jeweils veränderten Faktors veranschaulicht.

Die römische Ziffer (I oder II) in den Diagrammen gibt den jeweils verwendeten Schneidkopf an. Für die Darstellung der unmittelbar nach dem Schnitt ermittelten Werte wurden ausgezogene und für die zu einem späteren Zeitpunkt gemessenen Werte gestrichelte Linien verwendet.

Die Ziffern 1, 2, 3, 4 in den Diagrammen 16 bis 19 kennzeichnen die verwendeten Messer, die im einzelnen folgende Gleitwinkel aufweisen:

Messer	(°)
1	0
2	20
3	40
4	50

Einfluß der variierten Faktoren auf den Energiebedarf.

Gleitwinkel

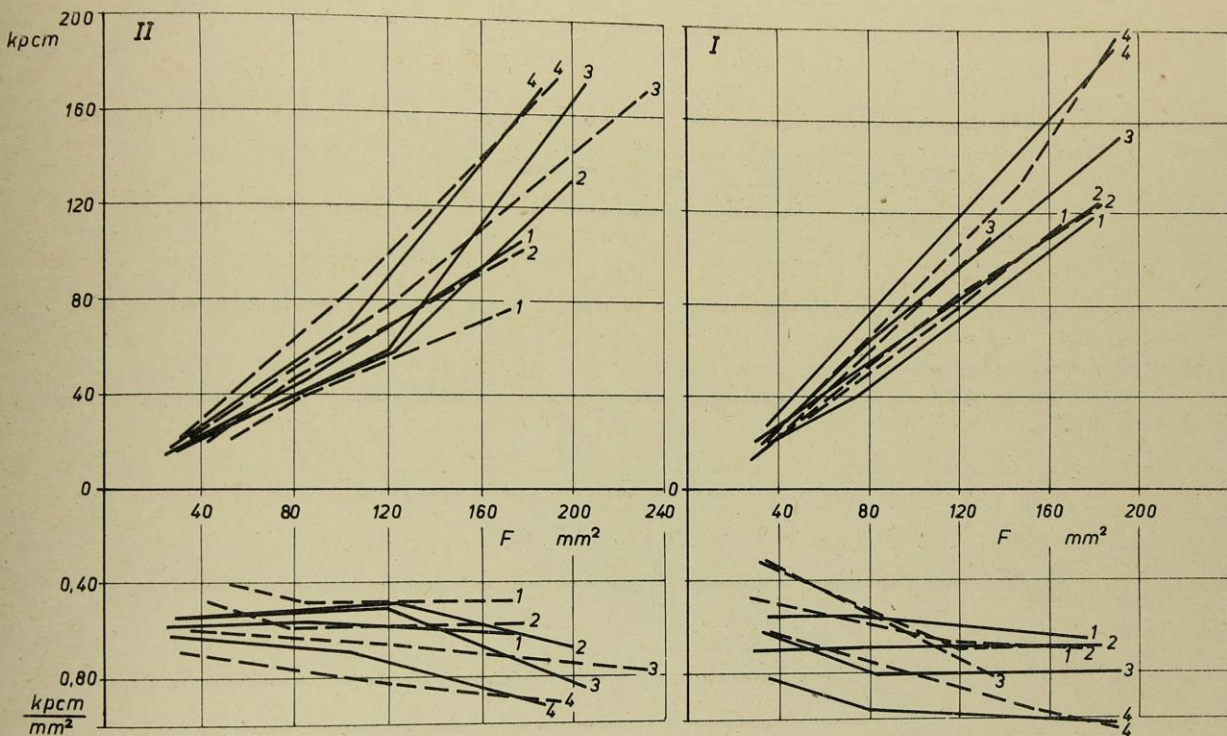
In den Diagrammen 16 bis 19 sind die Funktionen $A = f$ (senkrechte Schnittfläche) und

$$A_{\text{spez}} = (\text{senkrechte Schnittfläche})$$

dargestellt. Wie zu ersehen ist, steigt der absolute und der spezifische Schnittenergiebedarf mit zunehmendem Gleitwinkel. Einen noch eindeutigeren Beweis dafür liefern die Diagramme 20 bis 27, in denen die Funktionen

$$A = f(\tau) \quad \text{und} \\ A_{\text{spez}} = f(\tau)$$

dargestellt sind. Wie aus den Diagrammen ersichtlich ist, steigen die Kurven bis $\tau = 40^\circ$ allmählich und bei $\tau > 40^\circ$ steiler an. Da für $\tau > 45^\circ$ $\tan \tau > 1$ ist, läßt sich daraus ableiten, daß für $\tan \tau > 1$ (mit Zunahme des "ziehenden" Schnittes) der Anteil der Reibung an Schnittenergiebedarf in stärkerem Maße zunimmt als das bei Werten für $\tan \tau < 1$ der Fall ist.

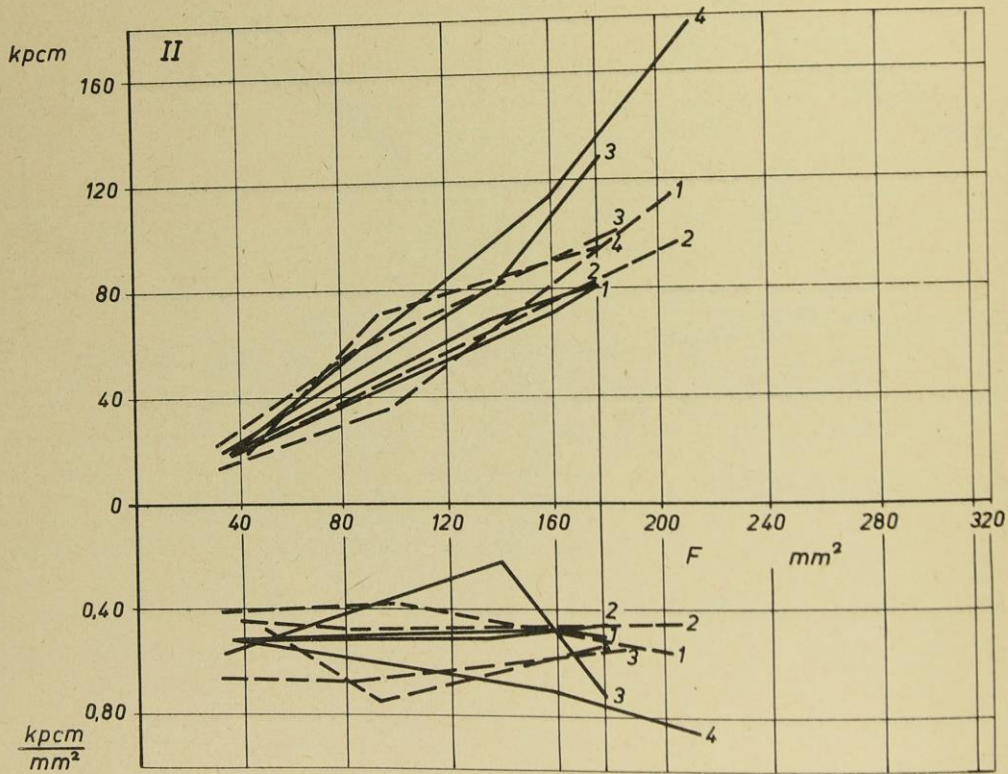
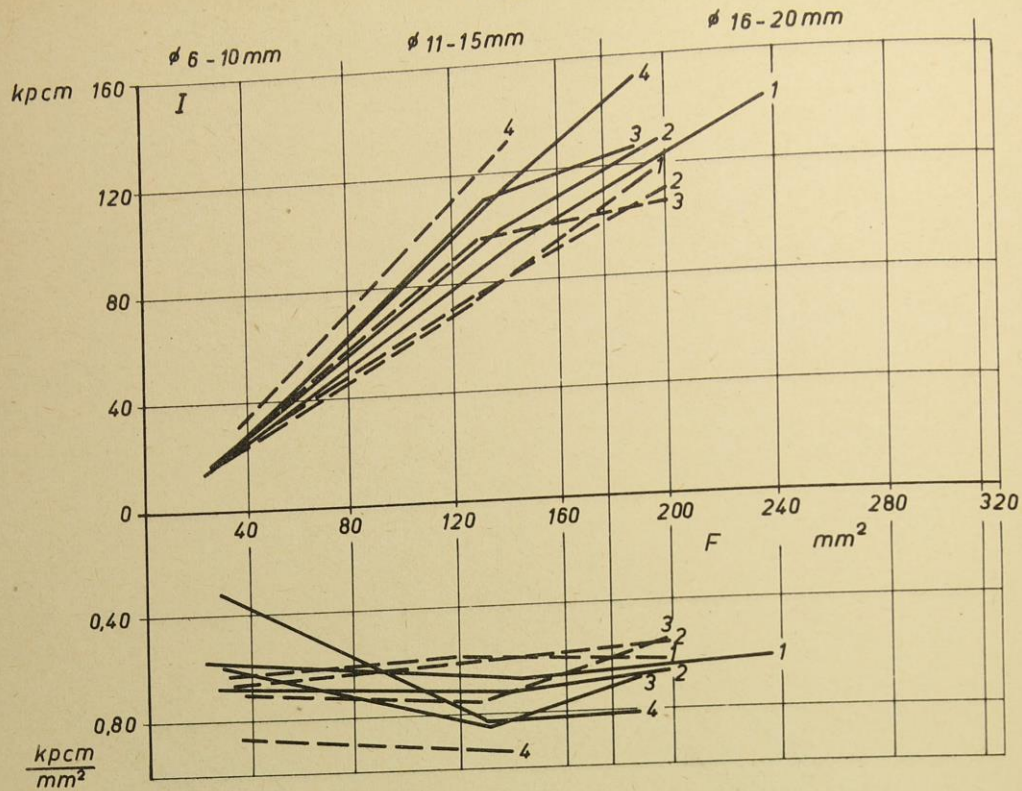


Energiebedarf beim Gehölzschnitt

Nordhausen A

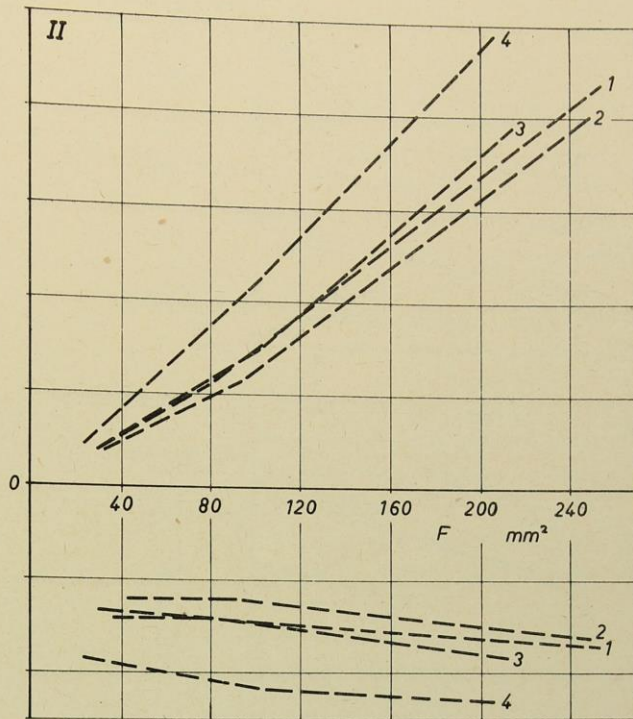
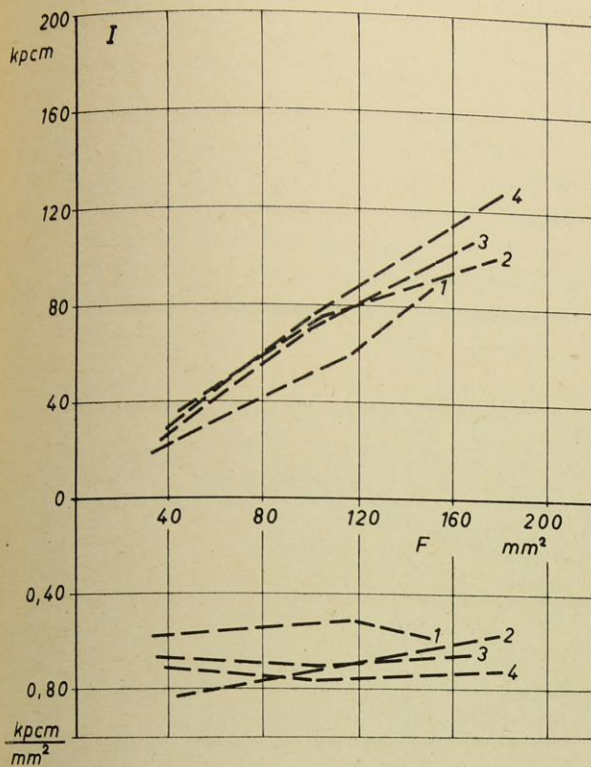
— 9.3.1961; Feuchtigk. d. Holzes, Gr. b=51,71%, c=49,3%, d=50,31%
 - - 29.3.1961; Feuchtigk. d. Holzes, Gr. b=37,71%, c=37,02%, d=46,99%
 I Schneidkopf zwischen Pendelebene u. Holzfaserrichtg. 90°, II 45°
 1,2,3,4 Messer mit gerader Schneide u. unterschiedl. Gleitwinkel

Diagramm 16



— 10.3.1961, Feuchtigkeit des Holzes, Gr. b=60,2%, c=44,52%, d=52,39%, e=48,04%
 - - - 29.3.1961, Feuchtigkeit des Holzes, Gr. b=44,27%, c=45,76%, d=43,26%
 I Schneidkopf zwischen Pendelebene und Holzfaserrichtung 90°, II 45°
 1,2,3,4 Messer mit gerader Schneide und unterschiedlichem Gleitwinkel

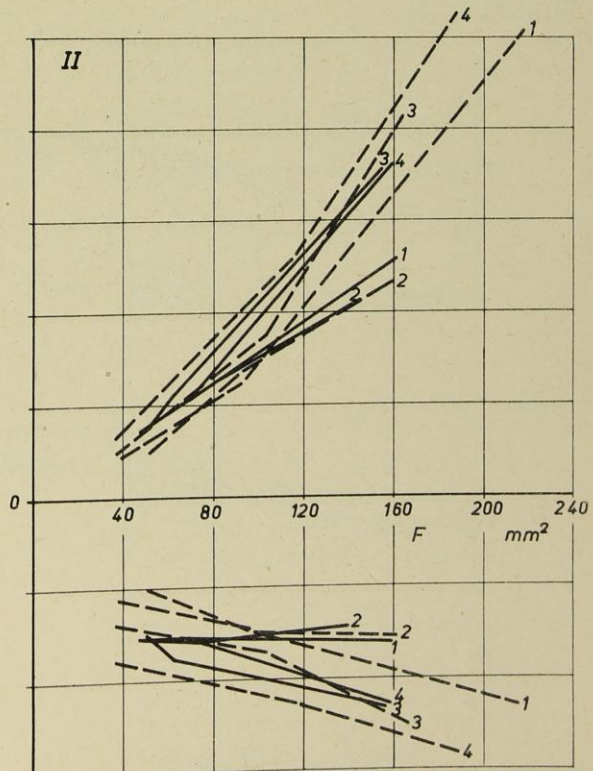
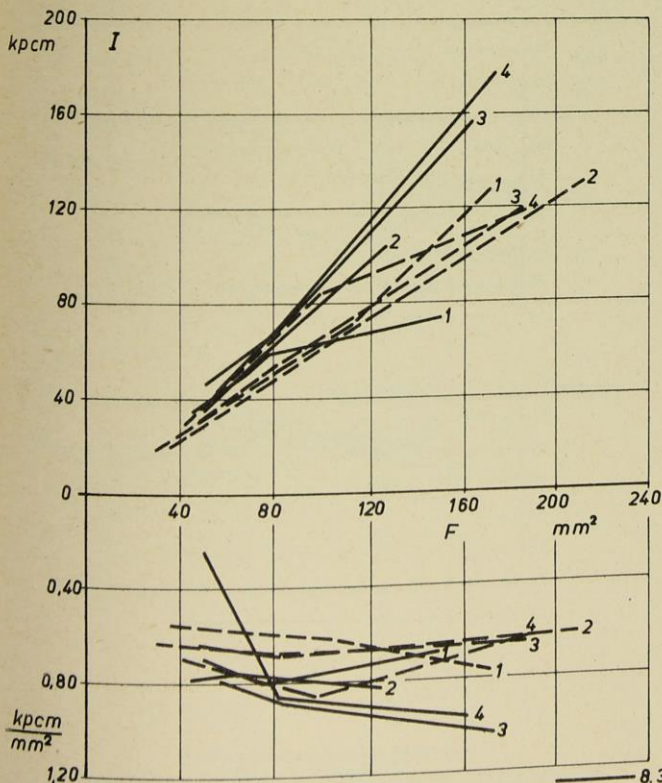
Energiebedarf beim Gehölzschnitt



Energiebedarf beim Gehölzschnitt
Landsberger A

--- 28.3.1961; Feuchtigk. d. Holzes, Gr. b=39,87%, c=37,88%, d=37,69%
I Schneidkopf zwischen Pendelebene u. Holzfaserrichtg. 90°, II 45°
1,2,3,4 Messer mit gerader Schneide u. unterschiedl. Gleitwinkel

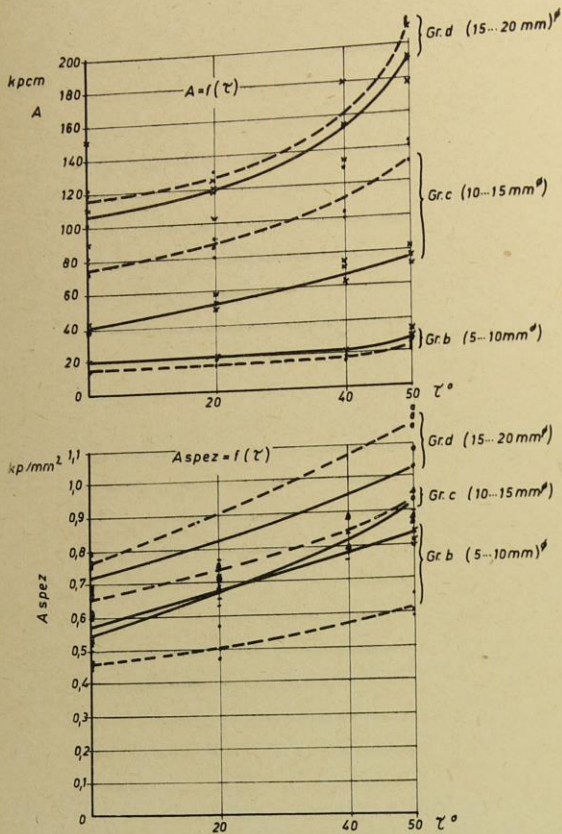
Diagramm 18



Energiebedarf beim Gehölzschnitt
Goldparmäne A

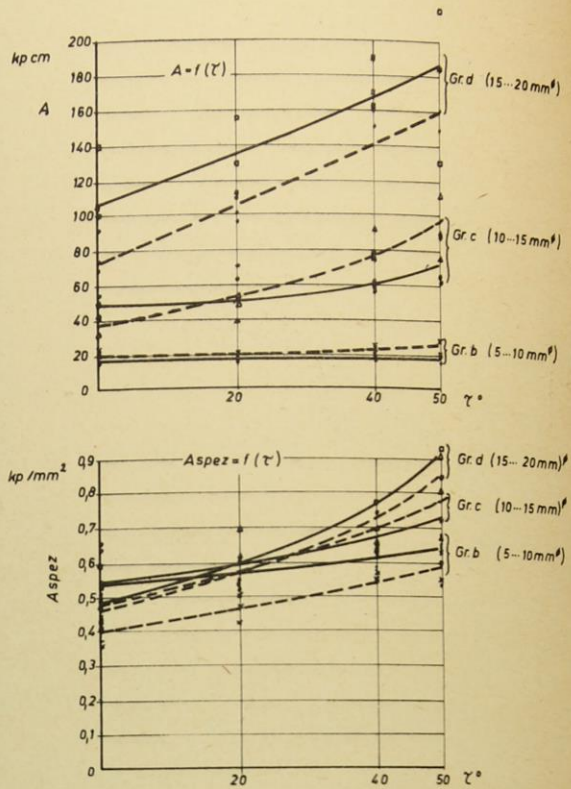
— 8.3.1961 Feuchtigk. d. Holzes, Gr. b=53,36%, c=58,22%, d=50,53%, e=52,95%
--- 28.3.1961 Feuchtigk. d. Holzes, Gr. b=45,81%, c=50,81%, d=42,99%
I Schneidkopf zwischen Pendelebene u. Holzfaserrichtung 90°, II 45°
1,2,3,4 Messer mit gerader Schneide u. unterschiedl. Gleitwinkel

Diagramm 19



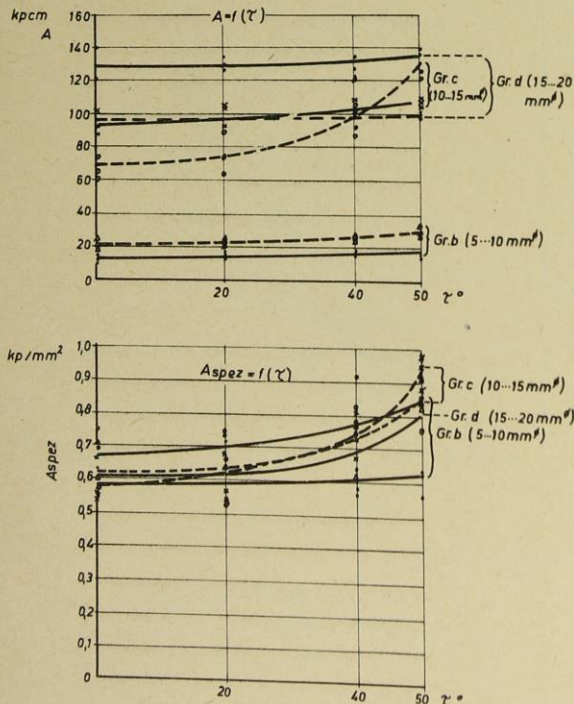
Energiebedarf beim Gehölzschnitt
 Apfelgehölz: Nordhausen
 I. Schneidkopf: Winkel zwischen Pendelebene u. Holzfaserrichtung, 90°
 — 9.3.1961; Feuchtigk.d.Holzes, Gr.b=51,71%, c=49,30%, d=50,31%
 - - - 29.3.1961; Feuchtigk.d.Holzes, Gr.b=37,71%, c=37,02%, d=46,99%

Diagramm 20



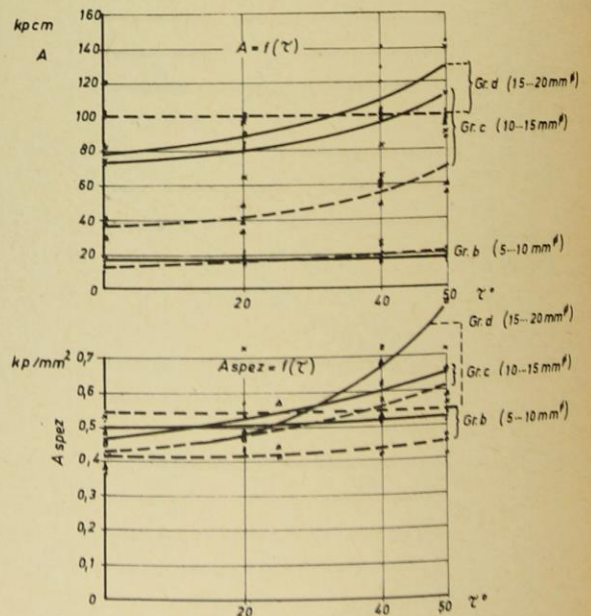
Energiebedarf beim Gehölzschnitt
 Apfelgehölz: Nordhausen
 II. Schneidkopf: Winkel zwischen Pendelebene u. Holzfaserrichtung, 45°
 — 9.3.1961; Feuchtigk.d.Holzes, Gr.b=51,71%, c=49,30%, d=50,31%
 - - - 29.3.1961; Feuchtigk.d.Holzes, Gr.b=37,71%, c=37,02%, d=46,99%

Diagramm 21



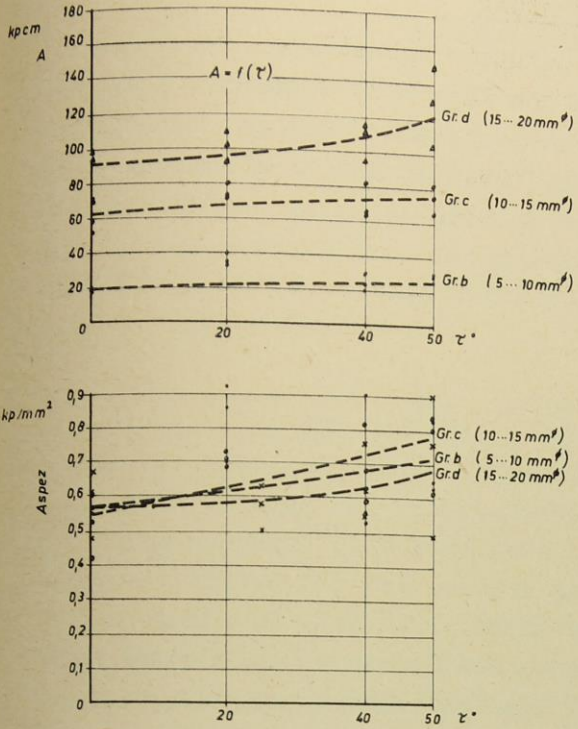
Energiebedarf beim Gehölzschnitt
 Apfelgehölz: Klarapfel
 I. Schneidkopf: Winkel zwischen Pendelebene u. Holzfaserrichtung, 90°
 — 10.3.1961, Feuchtigk.d.Holzes, Gr.b=60,20%, c=44,52%, d=52,39%
 - - - 29.3.1961, Feuchtigk.d.Holzes, Gr.b=44,27%, c=45,76%, d=43,26%

Diagramm 22



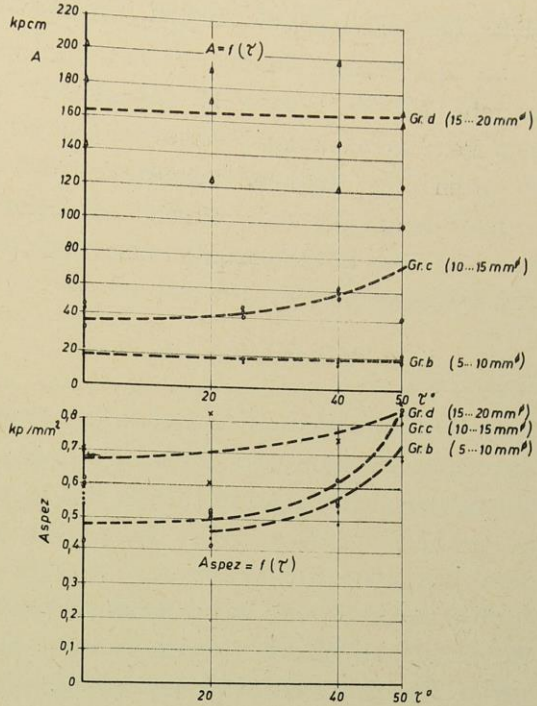
Energiebedarf beim Gehölzschnitt
 Apfelgehölz: Klarapfel
 II. Schneidkopf: Winkel zwischen Pendelebene u. Holzfaserrichtung, 45°
 — 10.3.1961, Feuchtigk.d.Holzes, Gr.b=60,20%, c=44,52%, d=52,39%
 - - - 29.3.1961, Feuchtigk.d.Holzes, Gr.b=44,27%, c=45,76%, d=43,26%

Diagramm 23



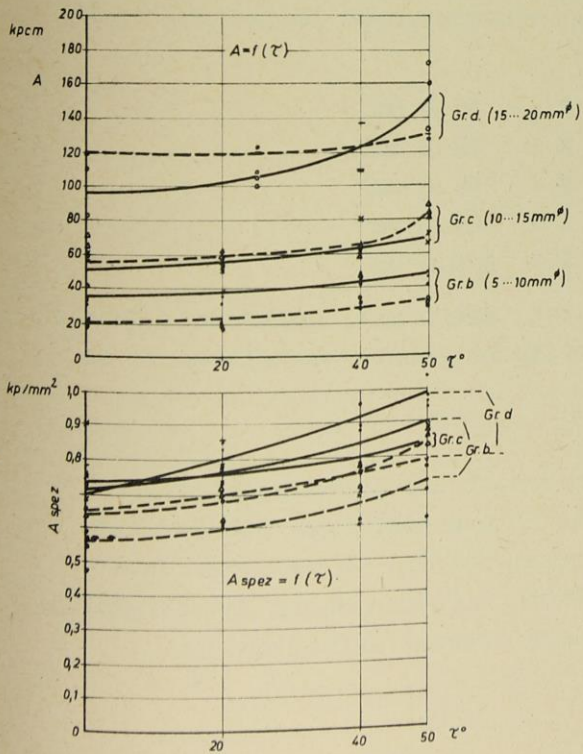
Energiebedarf beim Gehölzschnitt
 Apfelgehölz: Landsberger
 I. Schneidkopf: Winkel zwischen Pendelebene u. Holzfaserrichtung. 90°
 --- 28.3.1961; Feuchtigk.d.Holzes, Gr. b = 39,87 %
 - - - 28.3.1961; Feuchtigk.d.Holzes, Gr. c = 37,88 %
 - - - 28.3.1961; Feuchtigk.d.Holzes, Gr. d = 37,69 %

Diagramm 24



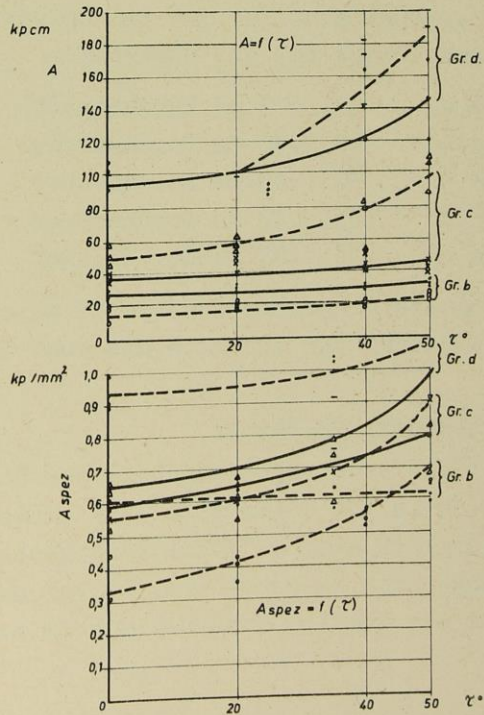
Energiebedarf beim Gehölzschnitt
 Apfelgehölz: Landsberger
 II. Schneidkopf: Winkel zwischen Pendelebene u. Holzfaserrichtung. 45°
 --- 28.3.1961; Feuchtigk.d.Holzes, Gr. b = 39,87 %
 - - - 28.3.1961; Feuchtigk.d.Holzes, Gr. c = 37,88 %
 - - - 28.3.1961; Feuchtigk.d.Holzes, Gr. d = 37,69 %

Diagramm 25



Energiebedarf beim Gehölzschnitt
 Apfelgehölz: Goldparmane
 I. Schneidkopf: Winkel zwischen Pendelebene u. Holzfaserrichtung. 90°
 --- 8.3.1961, Feuchtigk.d.Holzes, Gr. b=53,36%, c=58,22%, d=50,53%
 - - - 8.3.1961, Feuchtigk.d.Holzes, Gr. b=52,95%
 - - - 28.3.1961, Feuchtigk.d.Holzes, Gr. b=45,81%, c=50,81%, d=42,99%

Diagramm 26



Energiebedarf beim Gehölzschnitt
 Apfelgehölz: Goldparmane
 II. Schneidkopf: Winkel zwischen Pendelebene u. Holzfaserrichtung. 45°
 --- 8.3.1961, Feuchtigk.d.Holzes, Gr. b=53,36%, c=58,22%, d=50,36%
 - - - 8.3.1961, Feuchtigk.d.Holzes, Gr. b=52,95%
 - - - 28.3.1961, Feuchtigk.d.Holzes, Gr. b=45,81%, c=50,81%, d=42,99%

Diagramm 27

Winkel zwischen Schnittebene und Holzfaserrichtung

In den Diagrammen 16 bis 27 ist der jeweils benutzte Schneidkopf durch die römische Ziffer I oder II angegeben. Wie aus den Kurven zu entnehmen ist, besteht kein eindeutiger Unterschied im Schnittenergiebedarf bei der Benutzung des einen oder anderen Schneidkopfes. Die Möglichkeiten der Herabsetzung des Schnittenergiebedarfes durch die Änderung des Winkels zwischen der Schnittebene und der Holzfaserrichtung scheint auf Grund der vorliegenden Ergebnisse nicht gegeben zu sein.

Gehölzsorte

Wie in den Diagrammen 16 bis 27 ersichtlich ist, bestehen geringfügige Abweichungen im Schnittenergiebedarf bei den einzelnen Apfelgehölzsorten. Ein eindeutiger Unterschied ist im Schnittenergiebedarf bei den untersuchten Apfelgehölzen jedoch nicht zu verzeichnen. Daraus läßt sich zunächst mit großer Wahrscheinlichkeit die Schlußfolgerung ziehen, daß der Schnittenergiebedarf innerhalb der Apfelgehölze weitgehend einheitlich ist. In weiteren Untersuchungen müßte ermittelt werden, wie hoch der Schnittenergiebedarf bei anderen Obstgehölzen ist und wie er sich bei den Gehölzarten untereinander verhält.

Gehöldurchmesser

Der absolute und spezifische Schnittenergiebedarf in Abhängigkeit von der senkrechten Schnittfläche ist in den Diagrammen 16 bis 27 dargestellt.

Dabei ergeben sich für die verschiedenen Durchmessergruppen folgende Schnittflächenbereiche auf der Abszisse:

Gruppe a	1... 5 mm Durchmesser	bis	F = 16,6 mm ²
Gruppe b	5...10 mm Durchmesser	bis	F = 78,5 mm ²
Gruppe c	10...15 mm Durchmesser	bis	F = 176,6 mm ²
Gruppe d	15...20 mm Durchmesser	bis	F = 314,0 mm ²
Gruppe e	20...25 mm Durchmesser	bis	F = 410,6 mm ²

Wie aus den Diagrammen 16 bis 19 zu ersehen ist, nimmt mit zunehmender Schnittfläche sowohl der absolute als auch der spezifische Schnittenergiebedarf zu.

Feuchtigkeit des Holzes

Obwohl der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes innerhalb der Durchmessergruppe einer Sorte von 8 bis etwa 20 % schwankt, ist kein eindeutiger Einfluß der Feuchtigkeit auf den Schnittenergiebedarf festzustellen. In weiteren Untersuchungen ist zu ermitteln, ob bei noch größeren Differenzen im Feuchtigkeitsgehalt der Gehölze Unterschiede im Schnittenergiebedarf auftreten.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Teilarbeitsgänge VII (Schneiden von der Leiter) und II (Schneiden von ebener Erde) sind mit etwa 80 % am Gesamtzeitaufwand des Arbeitsabschnittes - Obstbaumschnitt - beteiligt. Diese Teilarbeitsgänge sind gleichzeitig mit den größten körperlichen Anstrengungen der Arbeitskräfte verbunden. Aus diesen Gründen ist durch eine weitere Rationalisierung des Teilarbeitsganges - Schneiden - die Arbeitsproduktivität bedeutend zu erhöhen und die Arbeit wesentlich zu erleichtern.

Durch eine sinnvolle Standardisierung der Anbautechnik im Obstbau ist auch für die weitere Mechanisierung des Schnittes eine Grundlage geschaffen worden, die nicht nur den Einsatz fremdangetriebener Handgeräte ermöglicht, sondern auch günstige Voraussetzungen schafft, zumindest den Formschnitt maschinell durchzuführen.

Mit einem Pendelschlagwerk wurde der Schnittenergiebedarf am Holz einiger Apfelsorten unter verschiedenen technisch beeinflussbaren Faktoren und unterschiedlichen Einsatzfaktoren ermittelt. Wird für die Schnittdauer eine Zeit vorgegeben, so gestatten die Werte über den Energiebedarf die Ermittlung des Leistungsbedarfes, der erforderlich ist, um Äste von bestimmter Stärke unter den dargestellten Versuchsbedingungen zu schneiden. Für die Entwicklung von pneumatisch oder elektrisch angetriebenen Handgeräten oder maschinell einzusetzenden Geräten für den Gehölzschnitt ist die Kenntnis über den Energiebedarf von wesentlicher Bedeutung.

Literaturverzeichnis

1. LAUENSTEIN, A.: Berichte über Studienreisen in die UVR,
Mai 1960 und Oktober 1961
(unveröffentlicht)
2. OTTO, G.: "Untersuchungen zur Rationalisierung und
Mechanisierung des Obstbaumschnittes"
Der Obstbau, Heft 4, 1963
3. STROPPEL, Th.: "Zur Systematik der Technologie des Schneidens"
Grundlagen der Landtechnik, H.5, 1953

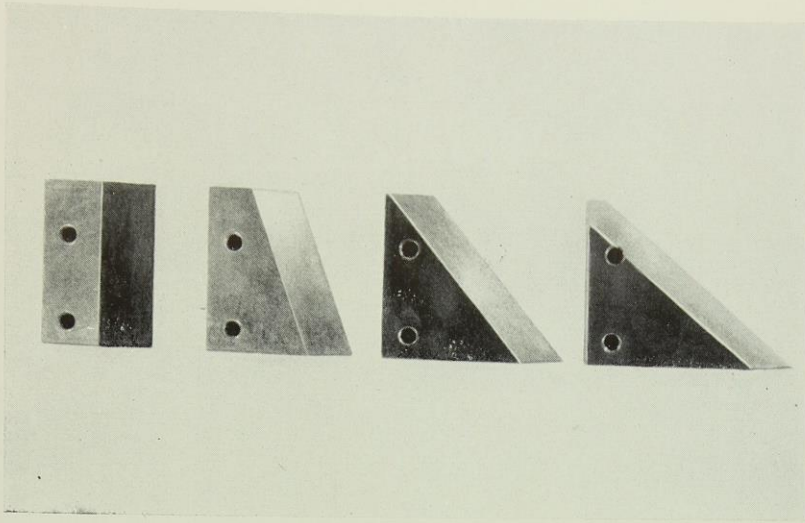


Abb. 1 Schneidwerkzeuge mit gerader Schneide und unterschiedlichem Gleitwinkel.

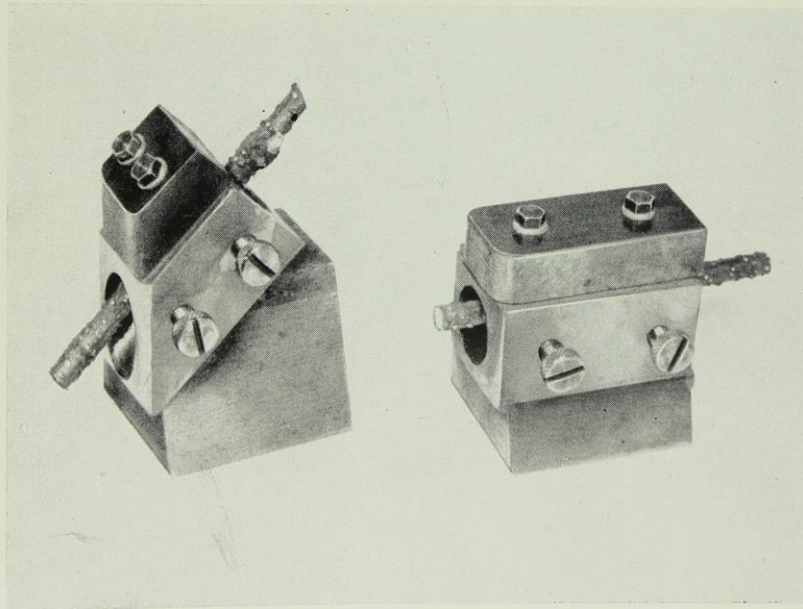


Abb. 2 Schneidköpfe mit unterschiedlich geneigten Führungskanälen zur Schnittebene.

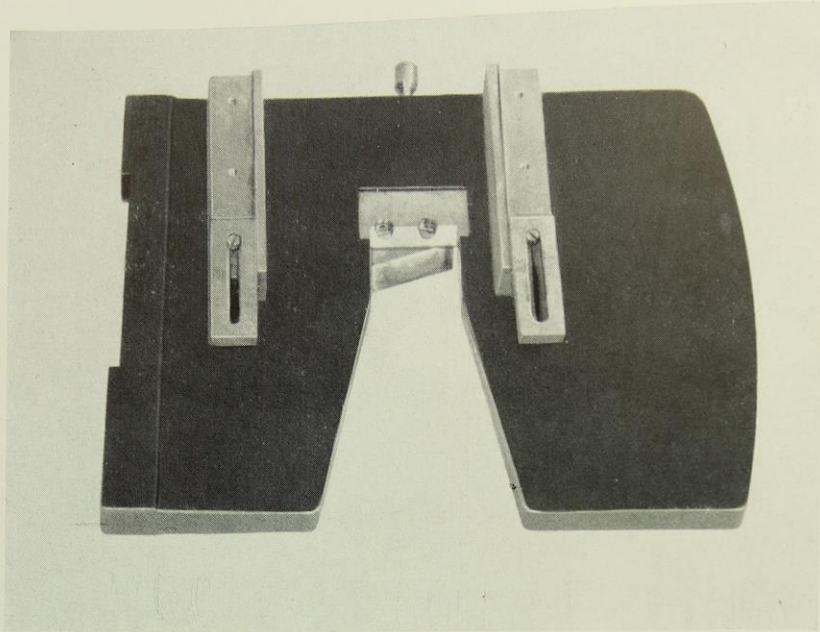


Abb. 3 Pendelkörper mit Ausgleichgewichten und eingesetztem Messer.

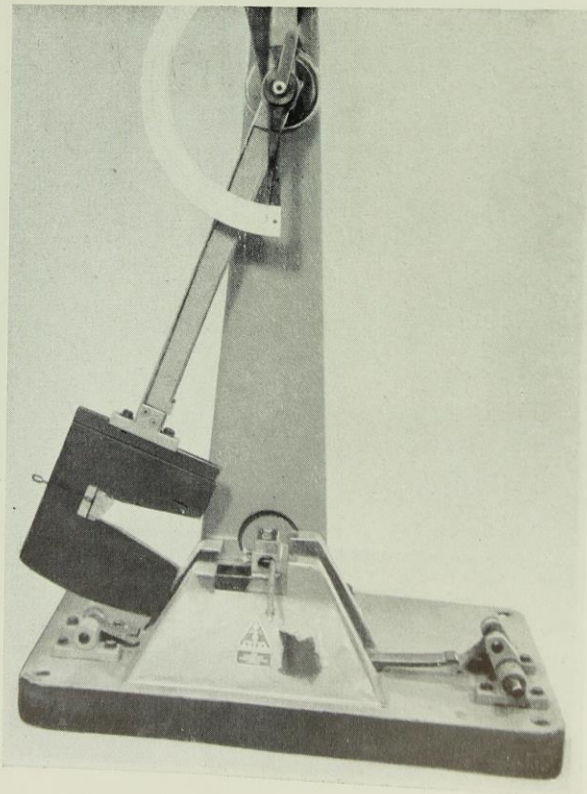


Abb. 4. Pendelschlagwerk für die Messung von Schnittenergien bei Gehölzen.